



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:
Derek Bernardon

Serial No.: 10/719,798

Filing Date: November 21, 2003

Title: **Direct Current Voltage Converter
with Switching Regulator**

§
§
§
§
§
§
§
§
§

Group Art Unit: 2838

Examiner:

Attny. Docket No. 068758.0142

Client Ref.: IO229US/mgl/pp

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING VIA EXPRESS MAIL

PURSUANT TO 37 C.F.R. § 1.10, I HEREBY CERTIFY THAT I HAVE INFORMATION AND A REASONABLE BASIS FOR BELIEF THAT THIS CORRESPONDENCE WILL BE DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE, ON THE DATE BELOW, AND IS ADDRESSED TO:

MAIL STOP
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

EXPRESS MAIL LABEL: EV339128980US
DATE OF MAILING: FEBRUARY 26, 2004

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir:

We enclose herewith a certified copy of German patent application 101 25 334.6 filed May 23, 2001 which is the priority document for the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,
BAKER BOTTS L.L.P. (023640)

Date: February 26, 2004

By:
Andreas H. Grubert
(Limited recognition 37 C.F.R. §10.9)
One Shell Plaza
910 Louisiana Street
Houston, Texas 77002-4995
Telephone: 713.229.1964
Facsimile: 713.229.7764
AGENT FOR APPLICANTS



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 25 334.6

Anmeldetag: 23. Mai 2001

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
81669 München/DE

Bezeichnung: Gleichspannungswandler mit Schaltregler

IPC: H 02 M 3/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

Beschreibung

Gleichspannungswandler mit Schaltregler

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf Netzteile zur Stromversorgung. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Gleichspannungswandler mit einem Schaltregler.

- 10 Jedes elektronische Gerät benötigt eine Stromversorgung. Die Stromversorgung muß im allgemeinen eine Gleichspannung liefern. Da bei höherem Leistungsbedarf des elektronischen Geräts Batterien unwirtschaftlich sind, wird die benötigte Gleichspannung in Netzteilen durch Transformieren und Gleichrichten einer Netzspannung erzeugt. Die so gewonnene Gleichspannung weist häufig eine beträchtliche Welligkeit auf und
- 15 ändert sich zudem bei Schwankungen der Netzspannung, des Laststroms und der Temperatur. Aus diesem Grund wird in der Regel die Ausgangsspannung der Gleichrichterschaltung nicht direkt als Versorgungsspannung für elektronische Schaltkreise
- 20 verwendet, sondern zuvor noch einem Spannungsregler zugeführt, welcher die Schwankungen ausregelt. Der Spannungsregler kann beispielsweise einen Regeltransistor aufweisen, welcher die Ausgangsspannung der Gleichrichterschaltung mit einer Referenzspannung vergleicht und die Ausgangsspannung des Spannungsreglers auf einen vorgegebenen Wert, welcher von der
- 25 Referenzspannung abgeleitet ist, regelt.

- Bei den beschriebenen Netzteilen stellen der Netztransformator, der Gleichrichter und der Regeltransistor die wesentlichen Verlustquellen für elektrische Energie dar. Der Wirkungsgrad eines derartigen Netzteils beträgt häufig nur 25% bis 50%. Die Verluste im Spannungsregler lassen sich jedoch stark reduzieren, indem der kontinuierlich geregelte Regeltransistor durch einen getakteten Schalter ersetzt wird. Die
- 30 Ausgangsspannung läßt sich dann aus dem Verhältnis der Zeitintervalle bestimmen, in welchen der Schalter geöffnet bzw. geschlossen ist. Um die gewünschte Ausgangsspannung zu erhal-
- 35

ten, wird zusätzlich ein Tiefpaßfilter benötigt, das den zeitlichen Mittelwert bildet. Sofern ein LC-Tiefpaßfilter verwendet wird, gibt es in dem sogenannten Schaltregler keine systematische Verlustquelle mehr.

5

Gleichspannungswandler mit Schaltreglern sind aus dem Abschnitt 16.6.2 „Erzeugung des Schaltsignals“ des Buchs „Halbleiter-Schaltungstechnik“ von Ulrich Tietze und Christoph Schenk, Springer-Verlag Berlin, 1999, 11. Auflage, ISBN 3-540-64192-0 bekannt. Dieser Abschnitt wird hiermit in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Patentanmeldung aufgenommen. Der dort beschriebene Gleichspannungswandler stellt den nächstliegenden Stand der Technik zu der vorliegenden Erfindung dar.

15

In Fig. 1 ist das Schaltbild eines derartigen bekannten Gleichspannungswandlers mit einem Schaltregler schematisch dargestellt.

20

Zur Gleichspannungswandlung einer Eingangsspannung V_{in} in eine Ausgangsspannung V_{out} werden als wesentliche Bauelemente eines Gleichspannungswandlers ein MOS-Transistor T , eine Diode D , eine Speicherdrossel L und ein Glättungskondensator C benötigt. Dabei ist der MOS-Transistor T ein n-Kanal-MOS-

25

Transistor und fungiert zusammen mit der Diode D als spannungsgesteuerter Wechselschalter. Die Speicherdrossel L ist eine Spule. Die Eingangsspannung V_{in} liegt an dem Drainanschluß des MOS-Transistors T an. Der Sourceanschluß des MOS-

30

Transistors T ist mit einem Anschluß der Diode D verbunden. Der andere Anschluß der Diode D liegt auf einem gemeinsamen festen Potential GND_{pw} . Von der Verbindung zwischen dem MOS-Transistor T und der Diode D führt eine weitere Verbindung zu dem Eingang der Speicherdrossel L . Der Ausgang der Speicherdrossel L ist mit einem Anschluß des Glättungskondensators C verbunden. An dem anderen Anschluß des Glättungskondensators C liegt ein gemeinsames festes Potential GND_{fb} an. An dem

35

Ausgang der Speicherdrossel L ist die Ausgangsspannung V_{out} abgreifbar.

5 Sofern die Drain-Source-Strecke des MOS-Transistors T durch ein geeignetes Gatepotential leitend gemacht wird, liegt an der Diode D näherungsweise die Eingangsspannung V_{in} an, so daß die Diode D sperrt und ein Strom durch den MOS-Transistor T fließt. Falls der MOS-Transistor T gesperrt ist, fließt ein Strom durch die Diode D . Diese Schaltungsanordnung ergibt in
10 einfacher Weise einen Wechselschalter.

Bei der vorliegenden Schaltungsanordnung fließt ständig ein Strom durch die Speicherdrossel L , welcher den Glättungskondensator C lädt. Der Wert des durch die Speicherdrossel L
15 fließenden Stroms ändert sich mit der Zeit, seine Charakteristik wird maßgeblich von der Schaltstellung des MOS-Transistors T bestimmt. Der zeitliche Verlauf des Stroms, der durch die Speicherdrossel L fließt, läßt sich aus dem Induktionsgesetz berechnen. Aus der vorliegenden Schaltungsanord-
20 nung des Wechselschalters und der Speicherdrossel L ergibt sich ein Abwärts-Gleichspannungswandler, so daß die Ausgangsspannung V_{out} einen kleineren Wert als die Eingangsspannung V_{in} annimmt. Der Faktor, um den die Ausgangsspannung V_{out} kleiner als die Eingangsspannung V_{in} ist, ist durch die Län-
25 gen der Zeitintervalle bestimmt, in welchen der MOS-Transistor T durchgeschaltet bzw. gesperrt ist. Der Glättungskondensator C glättet als Tiefpaßfilter die Ausgangsspannung V_{out} . Durch die Dimensionierung des Glättungskondensators C wird die Welligkeit der Ausgangsspannung V_{out} be-
30 stimmt.

Die Erzeugung des Schaltsignals für den MOS-Transistor T erfolgt mit einem Regler und einem Impulsbreitenmodulator. Der Regler weist einen Operationsverstärker OP auf, welcher als
35 Proportional-Integral-Regler beschaltet ist. Das an dem Ausgang der Speicherdrossel L anliegende Ausgangssignal V_{out} ist zu dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers OP

rückgekoppelt. An seinem nicht-invertierendem Eingang wird der Operationsverstärker OP von einer Referenzspannung V_{ref} gespeist. Die Referenzspannung V_{ref} ist auf ein gemeinsames festes Potential GND_{ref} bezogen. Der Operationsverstärker OP ist mit Widerständen R_1 , R_2 , R_3 , R_4 und Kondensatoren C_1 , C_2 beschaltet. Der Operationsverstärker OP bildet die Differenz zwischen der durch die Beschaltung des Operationsverstärkers OP mit einer Gewichtung versehenen Ausgangsspannung V_{out} und der Referenzspannung V_{ref} . An seinem Ausgang erzeugt der Operationsverstärker OP in Abhängigkeit von dieser Differenz eine Stellspannung V_{err} . Die Stellspannung V_{err} wirkt auf den Impulsbreitenmodulator ein und wird solange verändert, bis die Differenz an den Eingängen des Operationsverstärkers OP den Wert Null annimmt.

Der Impulsbreitenmodulator umfaßt einen Komparator Comp, der durch einen Operationsverstärker realisiert ist. Der nicht-invertierende Eingang des Komparators Comp wird von der Stellspannung V_{err} gespeist. An dem invertierenden Eingang des Komparators Comp liegt eine Sägezahnspannung V_{sw} an. Der Ausgang des Komparators Comp steuert das Gatepotential des MOS-Transistors T. Aufgrund seiner Beschaltung stellt der Komparator Comp einen Vergleich zwischen dem Wert der Stellspannung V_{err} und dem momentanen Wert der Sägezahnspannung V_{sw} an. Solange die Stellspannung V_{err} kleiner ist als die Sägezahnspannung V_{sw} , schaltet der Komparator Comp den MOS-Transistor T durch. Ansonsten ist die Drain-Source-Strecke des MOS-Transistors T gesperrt.

Um den MOS-Transistor T in den ohmschen Bereich zu bringen, ist ein Gatepotential erforderlich, welches positiv gegenüber der Eingangsspannung V_{in} ist. Dazu ist zwischen den Komparator Comp und den MOS-Transistor T ein MOS-Treiber Driv geschaltet. In dem MOS-Treiber Driv wird eine Hilfsspannung erzeugt, welche positiv gegenüber dem Sourcepotential des MOS-Transistors T ist.

In vielen Anwendungen werden Gleichspannungswandler mit niedrigen Rauschamplituden ihrer Ausgangssignale benötigt. Dieses gilt besonders für niedrige Frequenzen, bei denen Schaltregler häufig betrieben werden. Insbesondere die am Ausgang des Gleichspannungswandlers angeordneten Bauelemente verursachen Rauschspannungen und Rauschströme. Diese Rauschsignale beeinflussen auch andere rauschempfindliche Bauelemente des Gleichspannungswandlers. Besonders schwerwiegend können die Rauschsignale sein, wenn der Gleichspannungswandler eine hohe Dynamik aufweist. Dadurch können sub-harmonische Schwingungen erzeugt werden.

Besonders stark wirken sich Rauschsignale aus, die der Referenzspannung V_{ref} überlagert sind. Diese Rauschsignale werden durch die Stellspannung V_{err} noch verstärkt und überlagern dadurch letztlich fast sämtliche Signale des Schaltkreises. Dadurch kann der Betrieb des Gleichspannungswandlers unter Umständen erheblich eingeschränkt werden.

Eine bekannte Möglichkeit, um Rauschsignale einzudämmen, besteht darin, die rauschempfindlichen Bauelemente des Gleichspannungswandlers möglichst weit entfernt von dem Ausgang des Gleichspannungswandlers anzuordnen. Diese Bauelemente werden wie in Fig. 1 gezeigt auf das gemeinsame feste Potential GND_{ref} bezogen. Beispielsweise gilt dieses für die Eingänge des Operationsverstärkers OP. Allerdings ist die Rückkopplungsschleife auf das gemeinsame feste Potential GND_{fb} bezogen und damit ebenso die am Ausgang des Operationsverstärkers OP anliegende Stellspannung V_{err} . Da die beiden gemeinsamen festen Potentiale GND_{ref} und GND_{fb} möglichst weit auseinander liegen, um die Referenzspannung V_{ref} rauscharm zu halten, und des weiteren hohe AC- sowie DC-Ströme zwischen den gemeinsamen festen Potentialen GND_{fb} , GND_{pw} und GND_{ref} fließen, tritt zwischen den beiden gemeinsamen festen Potentialen GND_{ref} und GND_{fb} eine nicht vernachlässigbare Potentialdifferenz auf. Diese Potentialdifferenz kann einige Zehntel Millivolt betra-

gen und erzeugt große Rauschsignale an den Eingängen des Operationsverstärkers OP.

5 Eine weitere bekannte Maßnahme zur Unterdrückung der Rauschsignale sieht vor, daß das dynamische Verhalten des Gleichspannungswandlers verringert wird. Dadurch lassen sich zwar die Rauschsignale reduzieren, aber ebenso zieht diese Maßnahme eine Verschlechterung des Betriebs des Gleichspannungswandlers nach sich.

10

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Gleichspannungswandler zu schaffen, dessen Signale von geringen Rauschsignalen überlagert sind, wobei die Maßnahmen, die zur Verringerung der Rauschsignale ergriffen werden, den Betrieb des Gleichspannungswandlers nicht wesentlich beeinträchtigen sollen.

15

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabenstellung wird durch den Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

20

Ein erfindungsgemäßer Gleichspannungswandler zur Umwandlung einer Eingangsspannung in eine Ausgangsspannung weist eine Einheit, einen Regler, einen Impulsbreitenmodulator, einen spannungsgesteuerten Wechselschalter, eine Speicherdrossel und einen Glättungskondensator auf. Die Einheit dient zur Bereitstellung einer Referenzspannung. Der Masseanschluß der Einheit ist mit einem ersten gemeinsamen festen Potential verbunden. An einem ersten Eingang des Reglers liegt eine erste Spannung, welche von der Ausgangsspannung abgeleitet ist, an. An einem zweiten Eingang des Reglers liegt eine zweite Spannung, welche von der Referenzspannung abgeleitet ist, an. Der Regler regelt die Ausgangsspannung auf einen vorgegebenen Bruchteil der Referenzspannung. Der vorgegebene Bruchteil ist beispielsweise durch die Dimensionierungen der Widerstände und Kondensatoren, mit denen der Regler beschaltet ist, be-

30

35

stimmt. Zur Regelung der Ausgangsspannung erzeugt der Regler an seinem Ausgang eine Stellspannung. Der Impulsbreitenmodulator vergleicht die Stellspannung mit einer Wechselspannung, welche beispielsweise eine Sägezahnspannung sein kann. Den
5 daraus gewonnenen Vergleichswert nutzt der Impulsbreitenmodulator zur Steuerung des spannungsgesteuerten Wechselschalters. Der Wechselschalter verbindet entweder seinen ersten Eingang oder seinen zweiten Eingang mit seinem Ausgang. An dem ersten Eingang liegt die Eingangsspannung an und an dem
10 zweiten Eingang liegt ein zweites gemeinsames festes Potential an. Der Ausgang des spannungsgesteuerten Wechselschalters ist mit dem Eingang der Speicherdrossel verbunden. An dem Ausgang der Speicherdrossel ist die Ausgangsspannung abgreifbar. Der erste Anschluß des Glättungskondensators ist mit dem
15 Ausgang der Speicherdrossel verbunden und der zweite Anschluß des Glättungskondensators steht mit einem dritten gemeinsamen festen Potential in Verbindung. Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, daß ein Referenzpotential, gegen welches die erste und die zweite Spannung abfallen, durch ei-
20 ne isolierte Leitung mit dem zweiten Anschluß des Glättungskondensators verbunden ist.

Der Vorteil der Erfindung ist, daß durch die erfindungsgemäße Leitung die erste und die zweite Spannung, welche die Ein-
25 gangsspannungen des Reglers sind, auf das dritte gemeinsame feste Potential bezogen werden. Dadurch wirkt sich die Potentialdifferenz, die zwischen dem ersten und dem dritten gemeinsamen festen Potential besteht, nicht auf die erste und zweite Spannung aus. Da die erfindungsgemäße Leitung isoliert
30 ist, können keine Ströme auf sie von benachbarten Bauelementen oder dem Substrat fließen. Durch die beschriebenen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Gleichspannungswandlers werden die Rauschsignale minimiert. Dieses wurde auch experimentell bestätigt. Die durchgeführten Experimente haben gezeigt, daß
35 durch die erfindungsgemäße Maßnahme die Rauschpegel innerhalb des gesamten Gleichspannungswandlers abnehmen und dennoch der Betrieb des Gleichspannungswandlers nicht beeinträchtigen

wird. Dieses ist damit zu begründen, daß verringerte Rauschsignale der Eingangsspannungen des Reglers sich ebenfalls auf die Rauschsignale der übrigen Bauelemente, insbesondere auf die Rauschsignale der Ausgangsspannung, auswirken, da die

5 Eingangsspannungen des Reglers unmittelbar auf das Verhalten des gesamten Gleichspannungswandlers Einfluß haben. Des weiteren zeigte sich bei den durchgeführten Experimenten, daß im gesamten Schaltkreis keine sub-harmonischen Oszillationen mehr auftreten und daß das Signal-Rausch-Verhältnis der

10 Stellspannung fast ideale Werte aufweist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die große räumliche Trennung zwischen den Bauelementen, die Rauschsignale generieren, und den rauschempfindlichen Bauelementen beibehalten werden kann. Dieses ist besonders für RF-Anwendungen essentiell.

15

Vorteilhafterweise umfaßt der Gleichspannungswandler einen Tiefpaßfilter, welcher zwischen die Einheit zur Bereitstellung der Referenzspannung und den zweiten Eingang des Reglers geschaltet ist. Der Tiefpaßfilter weist einen Kondensator auf, dessen einer Anschluß durch die isolierte Leitung mit dem zweiten Anschluß des Glättungskondensators verbunden ist. Durch diese Maßnahme wird die zweite Spannung, welche von der

20 Referenzspannung abgeleitet ist, auf das dritte gemeinsame feste Potential anstelle des ersten gemeinsamen festen Potentials bezogen. Dadurch werden die Potentialdifferenz, die ursprünglich zwischen dem Referenzpotential der zweiten Spannung und dem dritten gemeinsamen festen Potential bestand, und somit die Rauschpegel der Signale des Gleichspannungswandlers reduziert. Ferner werden durch den Tiefpaßfilter eventuelle AC-Signale, welche der Referenzspannung V_{ref} überlagert sind, eliminiert.

25

30

Ein einfach ausgestalteter und demnach leicht zu realisierender Tiefpaßfilter enthält ferner einen Widerstand, welcher zwischen die Einheit zur Bereitstellung der Referenzspannung

35

und den zweiten Eingang des Reglers geschaltet ist. Der zweite Eingang des Reglers ist außerdem mit dem anderen Anschluß des Kondensators des Tiefpaßfilters beschaltet. Beispielsweise kann ein weiterer Kondensator zwischen die Einheit zur Bereitstellung der Referenzspannung und das erste gemeinsame feste Potential geschaltet werden. Dieses hat zum Vorteil, daß der Tiefpaßfilter dadurch in beide Richtungen wirkt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß vor den ersten Eingang des Reglers ein Spannungsteiler geschaltet ist. An den Eingängen des Spannungsteilers liegen die Ausgangsspannung bzw. das dritte gemeinsame feste Potential an. Diese Maßnahme stellt eine Realisierungsmöglichkeit dar, um die erste Spannung auf das dritte gemeinsame feste Potential zu beziehen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfaßt der Impulsbreitenmodulator einen Komparator und einen Generator, welcher eine Sägezahnspannung generiert. Die Funktion des Komparators ist es, die Sägezahnspannung mit der Stellspannung zu vergleichen. Aus diesem Vergleich ergibt sich ein Ausgangssignal des Komparators, mit welchem sich der spannungsgesteuerte Wechselschalter steuern läßt. Des weiteren kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, daß der spannungsgesteuerte Wechselschalter einen MOS-Transistor und eine Diode umfaßt. Der MOS-Transistor und die Diode sind derart beschaltet, daß in Abhängigkeit von dem Gatepotential des MOS-Transistors der Eingang der Speicherdrossel entweder mit der Eingangsspannung oder mit dem zweiten gemeinsamen festen Potential beaufschlagt ist.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Regler und gegebenenfalls der Komparator, der Tiefpaßfilter sowie der Spannungsteiler auf einem gemeinsamen Substrat monolithisch integriert sind. Dieses erlaubt eine kostengünstige Herstellung der betreffenden Baugruppen. Ferner weist das gemeinsame Substrat einen Masseanschluß auf, an

welchem der zweite Anschluß des Glättungskondensators und damit das dritte gemeinsame feste Potential anliegen können. Beispielsweise können auf dem gemeinsamen Substrat weitere rauschempfindliche Bauelemente integriert sein. Die Masseanschlüsse der rauschempfindlichen Bauelemente werden mit dem Masseanschluß des gemeinsamen Substrats verbunden. Dadurch werden Rauschsignale, welche die Signale der rauschempfindlichen Bauelemente überlagern könnten, weitgehend unterdrückt.

Vorteilhafterweise kann der zweite Anschluß des Glättungskondensators mit einem externen gemeinsamen festen Potential, insbesondere einer Masse, verbunden sein. Sofern der Gleichspannungswandler in ein Schaltkreissystem eingebunden ist, ist es vorteilhaft, sämtliche Schaltkreise des Schaltkreissystems auf ein gemeinsames festes Potential zu beziehen. Dieses verhindert Potentialdifferenzen zwischen unterschiedlichen gemeinsamen festen Potentialen, welche zu schlechten Signal-Rausch-Verhältnissen der Schaltkreise führen könnten. Des weiteren ist es vorteilhaft, wenn das gemeinsame Substrat genau eine Verbindung zu dem externen gemeinsamen festen Potential aufweist. Diese Verbindung führt über den Masseanschluß des gemeinsamen Substrats. Die genau eine Verbindung ist insofern vorteilhaft, als dadurch Masseschleifen vermieden werden, durch welche Rauschsignale generiert würden.

Eine weitere besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Einheit zur Bereitstellung der Referenzspannung eine Bandabstands-Referenzschaltung ist. Das Prinzip einer Bandabstands-Referenzschaltung besteht darin, zwei Teilsignale, die ein gegenläufiges Temperaturverhalten aufweisen, zu addieren. Die beiden Teilsignale können Spannungen oder Ströme sein. Während eines der beiden Teilsignale mit zunehmender Temperatur fällt, steigt das andere Teilsignal mit zunehmender Temperatur an. Aus der Summe der beiden Teilsignale wird eine über einen gewissen Bereich temperaturunabhängige Referenzspannung abgeleitet. Ferner ist die von einer Bandabstands-Referenzschaltung erzeugte Referenzspannung

renzspannung weitgehend unabhängig von Schwankungen der Versorgungsspannung.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die
5 Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Schaltbild eines Gleichspannungswandlers mit einem Schaltregler gemäß dem Stand der Technik; und

10

Fig. 2 ein schematisches Schaltbild eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Gleichspannungswandlers.

15 Das in Fig. 2 gezeigte Ausführungsbeispiel der Erfindung gleicht in vielen Teilen dem in Fig. 1 gezeigten Gleichspannungswandler. Unterschiede ergeben sich insbesondere bei der Beschaltung der gemeinsamen festen Potentiale GNDref und GNDfb. In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist
20 zwischen eine Bandabstands-Referenzschaltung BGR, welche die Referenzspannung Vref bereitstellt, und den nicht-invertierenden Eingang des Operationsverstärkers OP ein Tiefpaßfilter geschaltet. Der Tiefpaßfilter umfaßt einen Kondensator C3, welcher zwischen die Bandabstands-Referenzschaltung
25 BGR und das gemeinsame feste Potential GNDref geschaltet ist, und einen Widerstand R5, welcher seriell zwischen die Bandabstands-Referenzschaltung BGR und den Operationsverstärker OP geschaltet ist, sowie einen Kondensator C4, dessen einer Anschluß mit dem nicht-invertierenden Eingang des Operations-
30 verstärkers OP verbunden ist. Eine Funktion des Tiefpaßfilters ist es, die Referenzspannung Vref auf das gemeinsame feste Potential GNDfb zu beziehen. Dazu ist der andere Anschluß des Kondensators C4 über einen Knoten K mit dem Anschluß des Glättungskondensators C verbunden, an welchem das gemeinsame
35 feste Potential GNDfb anliegt. Der Masseanschluß der Bandabstands-Referenzschaltung BGR ist mit dem gemeinsamen festen Potential GNDref verbunden. Des weiteren ist der Widerstand

R2, welcher in dem in Fig. 1 gezeigten Schaltbild mit dem gemeinsamen festen Potential GNDref verbunden ist, nun über den Knoten K mit dem gemeinsamen festen Potential GNDfb verbunden. Dadurch sind die Eingangsspannungen und die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers OP sowie die Ausgangsspannung Vout des vorliegenden Gleichspannungswandlers auf das gemeinsame feste Potential GNDfb bezogen. Als Folge davon werden Rauschsignale weitgehend unterdrückt.

- 10 Es kann vorgesehen sein, daß der Knoten K ein Masseanschluß eines auf einem gemeinsamen Substrat monolithisch integrier-
ten Schaltkreises ist. Der integrierte Schaltkreis könnte zum Beispiel den Operationsverstärker OP, den Komparator Comp, den MOS-Treiber Driv, den MOS-Transistor T und eventuell wei-
15 tere Bauelemente enthalten. Von dem Knoten K würde eine isolierte Leitung zu dem gemeinsamen festen Potential GNDfb führen. Durch die Isolation der Leitung wird gewährleistet, daß keine unerwünschten Ströme von anderen Bauelementen oder einem Substrat auf die Leitung fließen. Diese Ströme könnten
20 Potentialdifferenzen verursachen und dadurch Rauschsignale erzeugen.

- Der integrierte Schaltkreise könnte ferner in ein System von Schaltkreisen eingebunden sein. In diesem Fall wäre es zur
25 Reduzierung von Rauschsignalen vorteilhaft, die Masseanschlüsse aller Schaltkreise sternförmig mit einem gemeinsamen festen Potential zu verbinden.

Patentansprüche

1. Gleichspannungswandler zur Umwandlung einer Eingangsspannung (V_{in}) in eine Ausgangsspannung (V_{out}), mit

- 5 - einer Einheit (BGR) zur Bereitstellung einer Referenzspannung (V_{ref}), deren Masseanschluß mit einem ersten gemeinsamen festen Potential (GND_{ref}) verbunden ist,
- einem Regler zum Regeln der Ausgangsspannung (V_{out}) auf einen vorgegebenen Bruchteil der Referenzspannung (V_{ref}),
10 wobei an einem ersten Eingang des Reglers eine erste Spannung, die von der Ausgangsspannung (V_{out}) abgeleitet ist, anliegt, an einem zweiten Eingang des Reglers eine zweite Spannung, die von der Referenzspannung (V_{ref}) abgeleitet ist, anliegt und an einem Ausgang des Reglers eine
15 Stellspannung (V_{err}) abgreifbar ist,
- einem Impulsbreitenmodulator (Comp, Vsw) zum Vergleichen der Stellspannung (V_{err}) mit einer Wechselspannung (V_{sw}),
- einem spannungsgesteuerten Wechselschalter (T, D) zum Verbinden von einem seiner zwei Eingänge mit seinem Ausgang,
20 wobei an einem der zwei Eingänge die Eingangsspannung (V_{in}) anliegt und an dem anderen der zwei Eingänge ein zweites gemeinsames festes Potential (GND_{pw}) anliegt und ein Steueranschluß des spannungsgesteuerten Wechselschalters (T, D) von dem Impulsbreitenmodulator (Comp, Vsw)
25 speisbar ist,
- einer Speicherdrossel (L), deren Eingang mit dem Ausgang des spannungsgesteuerten Wechselschalters (T, D) verbunden ist und an deren Ausgang die Ausgangsspannung (V_{out}) abgreifbar ist, und
- 30 - einem Glättungskondensator (C), dessen erster Anschluß mit dem Ausgang der Speicherdrossel (L) und dessen zweiter Anschluß mit einem dritten gemeinsamen festen Potential (GND_{fb}) verbunden sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- 35 - daß ein Referenzpotential, gegen welches die erste Spannung und die zweite Spannung abfallen, durch eine isolier-

te Leitung mit dem zweiten Anschluß des Glättungskondensators (C) verbunden ist.

2. Gleichspannungswandler nach Anspruch 1,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß ein Tiefpaßfilter zwischen die Einheit (BGR) zur Bereitstellung der Referenzspannung (V_{ref}) und den zweiten Eingang des Reglers geschaltet ist, wobei der Tiefpaßfilter einen Kondensator (C4) aufweist, dessen einer Anschluß
- 10 durch die isolierte Leitung mit dem zweiten Anschluß des Glättungskondensators (C) verbunden ist.

3. Gleichspannungswandler nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- 15 - daß der andere Anschluß des Kondensators (C4) des Tiefpaßfilters an dem zweiten Eingang des Reglers anliegt, und
 - daß der Tiefpaßfilter einen Widerstand (R_5), welcher zwischen die Einheit (BGR) zur Bereitstellung der Referenzspannung (V_{ref}) und den zweiten Eingang des Reglers geschaltet ist, und insbesondere einen weiteren Kondensator
- 20 (C3), welcher zwischen die Einheit (BGR) zur Bereitstellung der Referenzspannung (V_{ref}) und das erste gemeinsame feste Potential (GND_{ref}) geschaltet ist, umfaßt.

25 4. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß dem ersten Eingang des Reglers ein Spannungsteiler vorgeschaltet ist, dessen einer Eingang mit dem Ausgang
- 30 der Speicherdrossel (L) verbunden ist und dessen anderer Eingang durch die isolierte Leitung mit dem zweiten Anschluß des Glättungskondensators (C) verbunden ist.

5. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß der Impulsbreitenmodulator (Comp, Vsw) einen Komparator (Comp) und einen Generator zur Erzeugung einer Sägezahnspannung (Vsw) aufweist, wobei die Sägezahnspannung (Vsw) an dem ersten Eingang des Komparators (Comp) anliegt und die Stellspannung (Verr) an dem zweiten Eingang des Komparators (Comp) anliegt.

6. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- daß der spannungsgesteuerte Wechselschalter (T, D) einen MOS-Transistor (T), dessen Drain-Source-Strecke von der Eingangsspannung (Vin) gespeist wird und welcher insbesondere ein n-Kanal-MOS-Transistor ist, und eine Diode (D), welche mit einem Anschluß an dem zweiten gemeinsamen festen Potential (GNDpw) anliegt, umfaßt.

7. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- daß zumindest der Regler, gegebenenfalls der Komparator (Comp), gegebenenfalls der Tiefpaßfilter und gegebenenfalls der Spannungsteiler auf einem gemeinsamen Substrat monolithisch integriert sind, wobei das gemeinsame Substrat einen Masseanschluß aufweist, welcher durch die isolierte Leitung mit dem zweiten Anschluß des Glättungskondensators (C) verbindbar ist.

8. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- daß der zweite Anschluß des Glättungskondensators (C) mit einem externen gemeinsamen festen Potential, insbesondere einer Masse, verbunden ist.

9. Gleichspannungswandler nach Anspruch 7 und 8,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das gemeinsame Substrat mit dem externen gemeinsamen festen Potential ausschließlich über den Masseanschluß verbindbar ist.

5 10. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß auf dem gemeinsamen Substrat weitere rauschempfindliche Bauelemente integriert sind, deren Referenzpotentiale mit dem Masseanschluß des gemeinsamen Substrats verbunden sind.

11. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß die Einheit (BGR) zur Bereitstellung der Referenzspannung (V_{ref}) eine Bandabstands-Referenzschaltung (BGR) ist.

20 12. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß zwischen den Impulsbreitenmodulator (Comp, Vsw) und den MOS-Transistor (T) ein MOS-Treiber (Driv) geschaltet ist.

25

13. Gleichspannungswandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß der Regler einen Operationsverstärker (OP) aufweist, welcher insbesondere als Proportional-Integral-Regler geschaltet ist.

30

Zusammenfassung

Gleichspannungswandler mit Schaltregler

- 5 Die Erfindung betrifft einen Gleichspannungswandler mit einer
Einheit (BGR) zur Bereitstellung einer Referenzspannung
(Vref), einem Regler (OP), einem Impulsbreitenmodulator
(Comp, Vsw), einem spannungsgesteuerten Wechselschalter (T,
D), einer Speicherdrossel (L) und einem Glättungskondensator
10 (C). Eine isolierte Leitung verbindet ein Referenzpotential,
gegen welches die Eingangsspannungen des Reglers (OP) abfal-
len, mit einem Masseanschluß des Glättungskondensators (C).
Dadurch werden die Rauschsignale des Gleichspannungswandlers
erheblich reduziert.

15

(Fig. 2 für die Zusammenfassung)

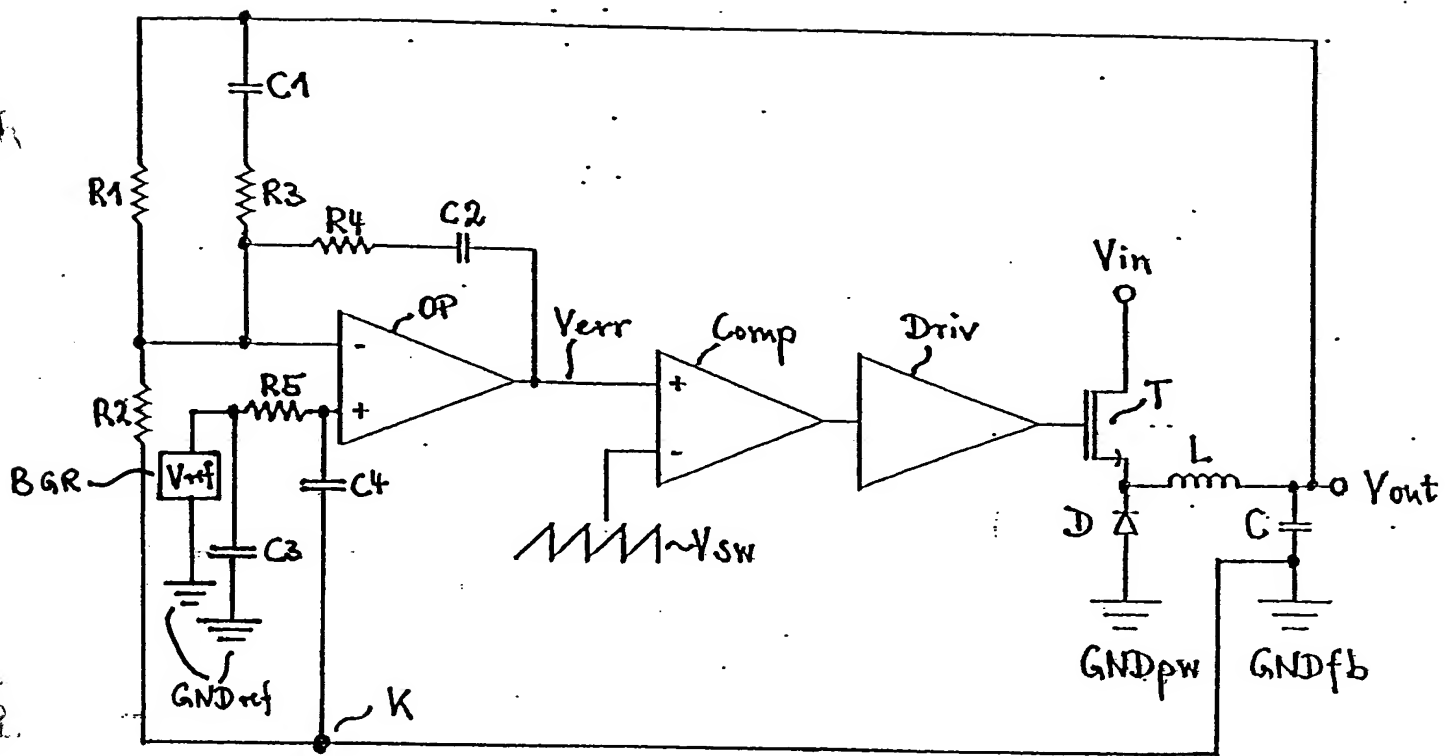
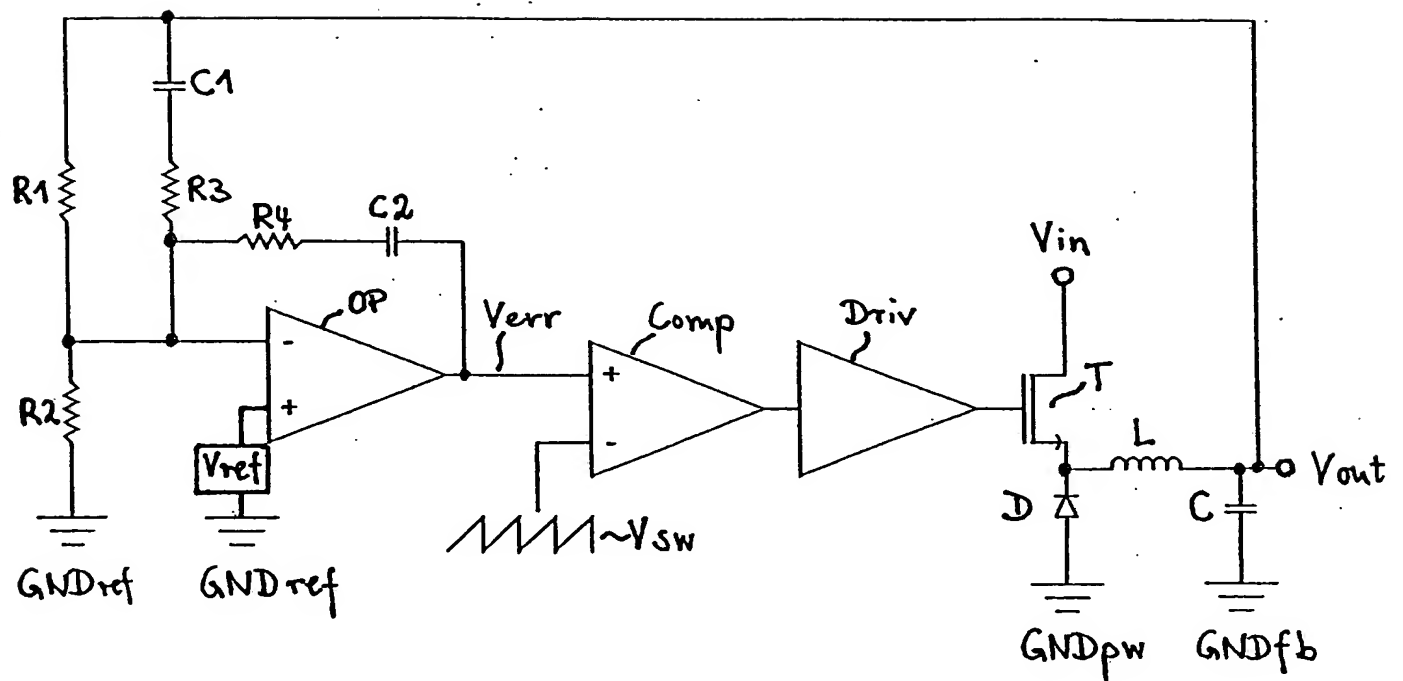


Fig. 2



Stand der Technik

Fig. 1

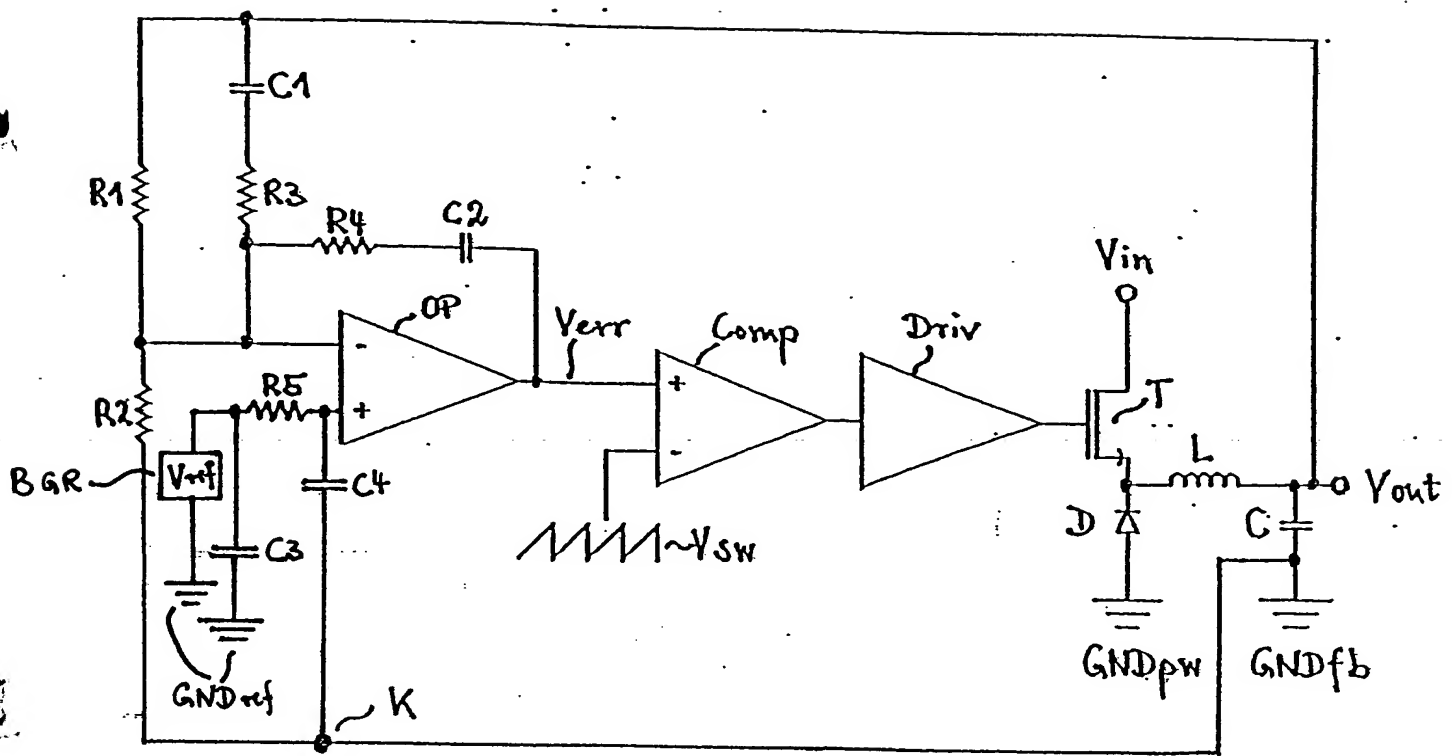


Fig. 2